PCT WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro

INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 6 :		(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 98/02664
F15B 21/08, 15/28, G01M 3/26	A1	(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 22. Januar 1998 (22.01.98)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP97/03326

(22) Internationales Anmeldedatum: 25. Juni 1997 (25.06.97)

(30) Prioritätsdaten:
196 28 221.7 15. Juli 1996 (15.07.96) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten ausser US)*: FESTO AG & CO. [DE/DE]; Ruiter Strasse 82, D-73734 Esslingen (DE).

(72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: STOLL, Kurt [DE/DE]; Lenzhalde 72, D-73732 Esslingen (DE). STEUDLE, Walter [DE/DE]; Schönblickweg 21, D-72667 Schlaitdorf (DE).

(74) Anwälte: REIMOLD, Otto usw.; Hölderlinweg 58, D-73728 Esslingen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

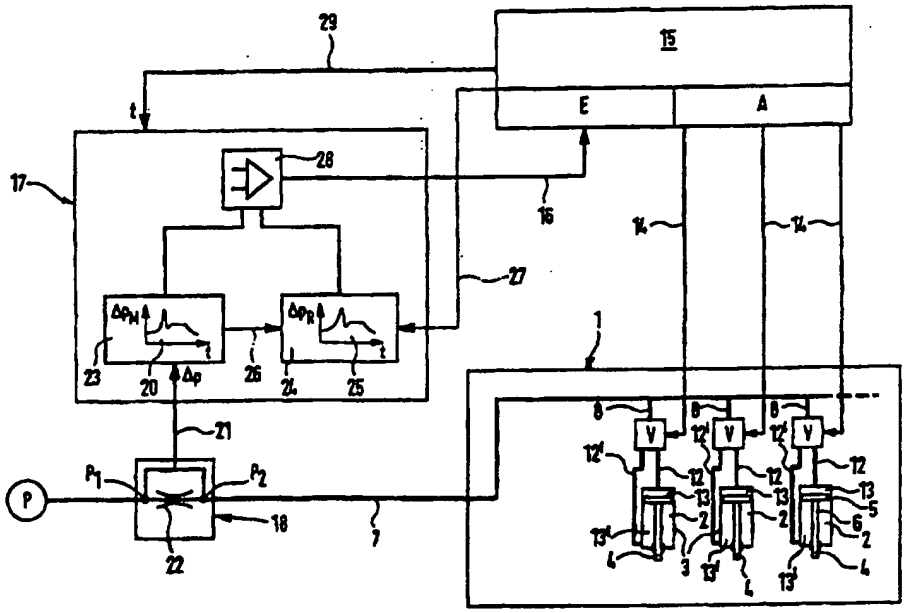
Veröffentlicht
Mit internationalem Recherchenbericht.

(54) Title: PROCESS AND DEVICE FOR DETERMINING WORKING POSITIONS OF A WORKING DEVICE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR BESTIMMUNG VON BETRIEBSPOSITIONEN EINER ARBEITSEINRICHTUNG

(57) Abstract

A process is disclosed for determining the working positions of a moving part (4) of at least one fluid-actuated working device (3), in which a pressurised fluid medium is supplied to make the moving part (4) carry out a working movement. The working positions are determined on the basis of the consumption of pressurised fluid medium during the working movement. Also disclosed is a device which is particularly suitable for carrying out the process and which has a measurement value sensing device (18) for sensing the consumption of pressurised medium and a signal processing device (17) for generating control signals.



BEST AVAILABLE COPY

BEST AVAILABLE COPY

(19) BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT

(12) **Offenlegungsschrift**

(10) **DE 196 28 221 A 1**

(51) Int. Cl.[6]:
F 15 B 21/00
G 01 L 13/00

(21) Aktenzeichen: 196 28 221.7
(22) Anmeldetag: 15. 7. 96
(43) Offenlegungstag: 23. 4. 98

DE 196 28 221 A 1

(71) Anmelder:
FESTO AG & Co, 73734 Esslingen, DE

(74) Vertreter:
Patentanwälte Magenbauer, Reimold, Vetter & Abel, 73728 Esslingen

(72) Erfinder:
Stoll, Kurt, Dr., 73732 Esslingen, DE; Steudle, Walter, Dr., 72667 Schlaitdorf, DE

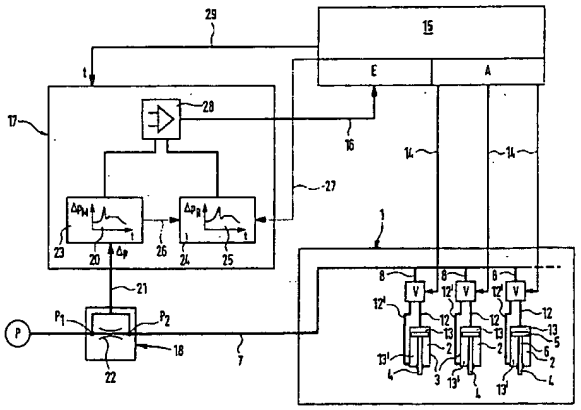
(56) Entgegenhaltungen:
DE 43 12 698 A1
DE 32 09 313 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Verfahren und Vorrichtung zur Bestimmung von Betriebspositionen einer Arbeitseinrichtung

(57) Es wird ein Verfahren zur Bestimmung von Betriebspositionen des durch Zufuhr eines fluidischen Druckmediums zu einer Arbeitsbewegung antreibbaren Bewegungsteils (4) wenigstens einer fluidbetätigten Arbeitseinrichtung (3) vorgeschlagen. Hierbei werden die Betriebspositionen auf Grundlage des bei der Arbeitsbewegung auftretenden Verbrauches an zugeführtem fluidischem Druckmedium ermittelt. Es wird ferner eine zur Durchführung des Verfahrens besonders geeignete Vorrichtung vorgeschlagen, die eine Meßwerte-Erfassungseinrichtung (18) zur Erfassung des Druckmediumverbrauches und eine Signalverarbeitungseinrichtung (17) zur Erzeugung von Steuersignalen aufweist.



DE 196 28 221 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Bestimmung von Betriebspositionen des durch Zufuhr eines fluidischen Druckmediums zu einer Arbeitsbewegung antreibbaren Bewegungsteils wenigstens einer fluidbetätigten Arbeitseinrichtung.

In Maschinen und Anlagen sind häufig fluidbetätigte Arbeitseinrichtungen enthalten, die die notwendigen Bewegungsabläufe hervorrufen. Am häufigsten werden fluidisch und insbesondere pneumatisch betätigte Arbeitszylinder eingesetzt, mit denen sich je nach Ausgestaltung Linearbewegungen oder Dreh- und Schwenkbewegungen erzeugen lassen. Die jeweilige Arbeitseinrichtung verfügt über ein Bewegungsteil, das sich im Falle eines Arbeitszylinders regelmäßig aus einem verschiebbaren Kolben und eventuell einer daran angeordneten Kolbenstange zusammensetzt. Um das Bewegungsteil zu einer Arbeitsbewegung zu veranlassen, wird es mit unter Druck stehendem fluidischem Druckmedium beaufschlagt. Dieses wird über eine Zufuhrleitung herangeführt, wobei jeder Arbeitseinrichtung ein insbesondere als elektromagnetisch betätigbares Steuerventil ausgebildetes Steuerelement zugeordnet ist, über das der Betriebsablauf einer jeweiligen Arbeitseinrichtung gesteuert werden kann. Ihre Betätigungssignale erhalten die Steuerelemente in der Regel von einer Ablauf-Steuereinrichtung, die vorzugsweise als sogenannte speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) ausgebildet ist. Damit diese in der Lage ist, die notwendigen Betätigungssignale zu koordinieren, muß sie allerdings in Abhängigkeit von bestimmten Betriebspositionen der Bewegungsteile der Arbeitseinrichtungen mit Steuersignalen versorgt werden. Dies geschieht bisher unter Verwendung von Sensoren, die am Einsatzort der jeweiligen Arbeitseinrichtung insbesondere unmittelbar an dieser angeordnet sind. Der am häufigsten eingesetzte Sensortyp ist ein unter der Bezeichnung "Reed-Schalter" bekannten Sensor, der beispielsweise am Zylinderrohr eines Arbeitszylinders festlegbar ist und durch einen am Bewegungsteil angeordneten Dauermagneten berührungslos betätigt wird. Derartiges geht beispielsweise aus der DE 43 12 698 A1 hervor.

Ein Nachteil des Standes der Technik ist in dem mit der Erfassung der Betriebspositionen verbundenen Verkabelungs- und Montageaufwand zu sehen. An jeder Arbeitseinrichtung müssen Sensoren plaziert werden, die jeweils über eigene mehradrige Verbindungskabel an die Ablauf-Steuereinrichtung angeschlossen werden müssen. Darüberhinaus bedarf es spezieller Vorbereitungen der Arbeitseinrichtung, beispielsweise der Ausstattung mit Permanentmagneten, um die Sensorik betreiben zu können. Hierbei schlagen nicht nur die Kosten für den Permanentmagneten, sondern auch die Kosten für einen entsprechend komplizierteren Aufbau der Arbeitseinrichtungen zu Buche.

Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren und eine Vorrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, womit sich die Betriebspositionen der Bewegungsteile der Arbeitseinrichtungen mit reduziertem Aufwand sicher erfassen lassen.

Zur Lösung dieser Aufgabe ist bei einem Verfahren der eingangs genannten Art erfindungsgemäß vorgesehen, daß man die Betriebspositionen auf Grundlage des bei der Arbeitsbewegung auftretenden Verbrauches an zugeführtem fluidischem Druckmedium ermittelt.

Mit einem derartigen Verfahren lassen sich die Betriebspositionen der Bewegungsteile fluidbetätigter Arbeitseinrichtungen ohne die bisher übliche dezentrale Positionserfassung mittels geeigneter Sensorschalter bestimmen. Es wurde festgestellt, daß der im Betrieb fluidbetätigter Arbeitseinrichtungen zeitabhängig auftretende Luftverbrauch

eine Funktion der stattfindenden Bewegungsabläufe ist und sehr exakte Rückschlüsse auf Betriebspositionen zuläßt. So ergibt sich beispielsweise bei einem fluidbetätigten Arbeitszylinder während des Ausfahrhubes des Bewegungsteils ein annähernd konstanter Druckmediumverbrauch, der bei Erreichen der Endlage stark abfällt, so daß anhand dieser Verbrauchsreduzierung auf das Erreichen der Endlage geschlossen werden kann, ohne auf einen Reed-Schalter oder sonstige am Arbeitszylinder angeordnete Sensoren zurückgreifen zu müssen. Durch Auswertung des während eines Arbeitszyklus auftretenden Luftverbrauches ist somit eine dynamische Erfassung der jeweiligen Betriebspositionen möglich. Durch den Entfall der bisher üblichen Sensorik können überdies die Arbeitseinrichtungen einfacher aufgebaut werden, da beispielsweise bei Arbeitszylindern die zur Betätigung der Sensorschalter benötigten Dauermagnete entfallen können. Desweiteren reduziert sich der Verkabelungs- und Installationsaufwand insbesondere bei Anlagen und Maschinen, die über mehrere Arbeitseinrichtungen verfügen. Hier ist sogar die Möglichkeit gegeben, den Verbrauch an Druckmedium sämtlicher Arbeitseinrichtungen zentral zu erfassen, um dann Rückschlüsse auf die Betriebspositionen der Bewegungsteile sämtlicher Arbeitseinrichtungen zu treffen. Auch kann mit einem entsprechenden Verfahren die Möglichkeit eröffnet werden, die Betriebspositionen aus der Ferne zu überwachen.

Eine zur Durchführung des Verfahrens besonders geeignete Vorrichtung der eingangs genannten Art zeichnet sich dadurch aus, daß eine Meßwerte-Erfassungseinrichtung vorhanden ist, die den bei der Arbeitsbewegung auftretenden Verbrauch an zugeführtem fluidischem Druckmedium oder wenigstens eine für diesen Verbrauch charakteristische Meßgröße in Gestalt von Meßwerten zeitabhängig erfaßt, daß eine Speichereinrichtung vorhanden ist, in der eine Referenzwerteaufzeichnung abgespeichert ist, die im zeitlichen Verlauf der Arbeitsbewegung auftretende Verbrauchswerte oder Werte einer für den Verbrauch charakteristischen Meßgröße in Gestalt von Referenzwerten enthält, und daß eine Vergleichereinrichtung vorhanden ist, die während des Betriebsablaufes die über die Meßwerte-Erfassungseinrichtung aktuell ermittelten Meßwerte mit den von der Speichereinrichtung bereitgestellten Referenzwerten vergleicht und bei zu vorgegebenen Zeiten vorhandener Werteübereinstimmung Steuersignale hervorruft.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen aufgeführt.

Vorzugsweise ermittelt man die Betriebspositionen der Bewegungsteile der Arbeitseinrichtungen auf Grundlage des Momentanverbrauches an zugeführtem Druckmedium. Im Vergleich zu einer Ermittlung auf Grundlage des ab Beginn eines Arbeitszyklus jeweils aufaddierten bzw. integrierten Absolutverbrauches ist hier eine einfachere Auswertung möglich.

Es ist möglich, bei der Ermittlung der Betriebspositionen unmittelbar auf den unter Verwendung entsprechender Meßeinrichtungen erfaßten Druckmediumverbrauch zuzugreifen. Vorzugsweise berücksichtigt man den Druckmediumverbrauch allerdings nur indirekt anhand wenigstens einer Meßgröße, die für den Druckmediumverbrauch charakteristisch ist. So kann man beispielsweise in der Zufuhrleitung eine mit einem Strömungsengpaß versehene Meßstelle vorsehen, die einen Differenzdruck Δp hervorruft, welcher der nach Bernoulli-Gleichung eine für den Durchfluß charakteristische Meßgröße ist.

In besonders vorteilhafter Ausgestaltung des Verfahrens gibt man eine Referenzwerteaufzeichnung vor, die die im zeitlichen Verlauf der Arbeitsbewegung auftretenden und für den Verbrauch an Druckmedium charakteristischen

Werte als zeitlich aufgelöste Referenzwerte enthält. Zweckmäßigerweise liegt die Referenzwerteaufzeichnung in Gestalt einer Referenzkurve vor. Während des Betriebes der mindestens einen Arbeitseinrichtung werden dann in entsprechender zeitlicher Auflösung die aktuellen Meßwerte erfaßt und mit den zu bestimmten Zeiten vorliegenden Referenzwerten der Referenzwerteaufzeichnung verglichen. In Abhängigkeit von auftretenden Übereinstimmungen können dann Steuersignale erzeugt werden, die den zugeordneten Betriebspositionen entsprechen und die dann an Stelle der bisher üblichen Sensorsignale einer Ablauf-Steuereinrichtung zugeführt werden. Hierbei ist von Vorteil, daß der Verkabelungsaufwand erheblich geringer ist und in der Regel ein einziges Verbindungskabel ausreicht.

Um während des Betriebes zum gewünschten Zeitpunkt und somit bei vorbestimmten Betriebspositionen ein entsprechendes Steuersignal zu erhalten, werden in der Referenzwerteaufzeichnung vorzugsweise bestimmte ausgewählte Referenzpunkte oder Referenzbereiche als Steuermarken bzw. Positionsmarkierungen generiert, so daß ein Steuersignal hervorgerufen wird, wenn zur betreffenden Zeit ein Meßwert erfaßt wird, der mit dem vorgegebenen Referenzwert übereinstimmt oder innerhalb des vorgegebenen Referenzbereiches liegt.

Als Referenzwerteaufzeichnung zieht man zweckmäßigerweise eine Meßwerteaufzeichnung heran, die bei einem oder mehreren Test-Betriebsabläufen der mindestens einen Arbeitseinrichtung bzw. der mehrere solche Arbeitseinrichtungen enthaltenden Anlage oder Maschine erfaßt wird. Dies könnte als Teach-in-Erfassung bezeichnet werden. Ergeben sich nach gewisser Betriebsdauer aus irgendwelchen Gründen abweichende Betriebsparameter, kann jederzeit eine neue Referenzwerteaufzeichnung erfaßt werden, um den Verfahrensablauf zu aktualisieren.

Zusammenfassend ermöglicht das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Vorrichtung bei entsprechender Ausgestaltung eine dynamische Erfassung der Positionen mehrerer fluidbetätigter Arbeitseinrichtungen mittels einer zentralen Meßwerte-Erfassungseinrichtung ohne bisher übliche Magnetschalter. Der Aufbau der Arbeitseinrichtungen kann dadurch vereinfacht werden, da beispielsweise bei Arbeitszylindern die Dauermagnete zur Betätigung von Zylinderschaltern entfallen können. Es ist ferner ein Remote Monitoring der Betriebspositionen möglich und man erhält eine erhebliche Reduzierung des Verkabelungs- und Installationsaufwandes. Letztlich ist auch eine Vereinfachung des Aufbaues einer zugeordneten Ablauf-Steuereinrichtung möglich, da die Anzahl der notwendigen Signaleingänge auf ein Minimum reduziert werden kann.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand der beiliegenden Zeichnung erläutert. In dieser zeigen:

Fig. 1 eine schematische vereinfachte Darstellung einer zur Durchführung des Verfahrens besonders geeigneten Vorrichtung, und

Fig. 2 eine beispielhafte Referenzwerteaufzeichnung, wie sie im Betrieb der Vorrichtung gemäß **Fig.** 1 Berücksichtigung finden kann.

In **Fig.** 1 ist eine schematisch angedeutete Maschine **1** gezeigt, in der beliebige Betriebsabläufe stattfinden. Es kann sich um eine Maschine beispielsweise aus dem Sektor der Fertigungs- oder Montagetechnik handeln.

Die Maschine **1** enthält eine Mehrzahl fluidbetätigter Arbeitseinrichtungen **2**, von denen in **Fig.** 1 drei Stück exemplarisch angedeutet sind. Bei den beispielsgemäßen Arbeitseinrichtungen **2** handelt es sich um Arbeitszylinder mit einem Gehäuse **3** und einem relativ zu dem Gehäuse bewegbaren Bewegungsteil **4**. Das Bewegungsteil **4** bildet das Abtriebsteil einer jeweiligen Arbeitseinrichtung **2**. An ihm kann ein nicht näher dargestelltes Bauteil der Maschine **1** befestigt sein, das in einer maschinentypischen Weise verlagert werden soll. Bei einer als Arbeitszylinder ausgebildeten Arbeitseinrichtung **2** ist das Bewegungsteil **4** von einem Kolben **5** und einer daran angebrachten Kolbenstange **6** gebildet, wobei die Kolbenstange **6** bei einem kolbenstangenlosen Linearantrieb auch entfallen kann.

Durch Zufuhr eines fluidischen Druckmediums, vorliegend von Druckluft, kann ein jeweiliges Bewegungsteil **4** zu Arbeitsbewegungen angetrieben werden. Beispielsgemäß sind jeweils zwei derartige Arbeitsbewegungen möglich, wobei das Bewegungsteil **4** zum einen einen Ausfahrhub und zum andern einen Rückhub ausführt. Die für die Arbeitsbewegung notwendige Energie liefert das fluidische Druckmedium, das den Arbeitseinrichtungen **2** ausgehend von einer Druckmittelquelle P zugeführt wird.

Von der Druckmittelquelle P führt beispielsgemäß eine zentrale Zufuhrleitung **7** zu der Maschine **1**, wo sie sämtliche Arbeitseinrichtungen **2** mit dem erforderlichen Druckmedium versorgt. Hierzu zweigen beispielsgemäß von der Zufuhrleitung **7** Zweigleitungen **8** ab, die jeweils zu einem Steuerelement V führen. Bei den Steuerelementen V handelt es sich vorzugsweise um elektromagnetisch betätigte Steuerventile in Mehrwegeausführung. Von jedem Steuerelement V gehen zwei fluidische Steuerleitungen **12, 12'** ab, die mit zwei Arbeitsräumen **13, 13'** einer jeweiligen Arbeitseinrichtung **2** kommunizieren. Die Arbeitsräume **13, 13'** sind durch den Kolben **5** des Bewegungsteils **4** fluiddicht voneinander abgetrennt.

Jedes Steuerelement V kann verschiedene Schaltstellungen einnehmen. Das Umschalten in die gewünschte Schaltstellung wird durch elektrische Betätigungssignale verursacht, die über elektrische Betätigungsleitungen **14** dem jeweiligen, nicht näher dargestellten Antriebsteil des jeweiligen Steuerelements V zugeführt werden. Die beispielsgemäßen Steuerelemente V ermöglichen jeweils zwei Schaltstellungen, in denen wahlweise eine Verbindung zwischen der Zufuhrleitung **7** und der einen der beiden Steuerleitungen **12, 12'** hergestellt ist, so daß das Bewegungsteil **4** die jeweils gewünschte Arbeitsbewegung ausführt.

Durch eine fest vorgegebene zeitliche Reihenfolge der Übermittlung der Betätigungssignale an die Steuerelemente V läßt sich ein gewünschter Betriebsablauf der Maschine **1** vorgeben. Dieser Betriebsablauf setzt sich beispielsgemäß aus einer beliebigen Anzahl identischer Arbeitszyklen zusammen, in denen die Arbeitseinrichtungen **2** in aufeinander abgestimmter Weise sich wiederholende Arbeitsbewegungen ausführen. Die hierfür benötigten Betätigungssignale kommen von einer elektronischen Ablauf-Steuereinrichtung **15**, die ein Signal-Ausgangsteil A mit einer großen Anzahl von Ausgängen aufweist, an die die Betätigungsleitungen **14** angeschlossen sind. Die Ablauf-Steuereinrichtung **15** ist vorzugsweise eine speicherprogrammierbare Steuerung (SPS), die ein internes, variabel programmierbares Steuerprogramm enthält, das die Betätigungssignale generiert. Damit diese stets zum richtigen Zeitpunkt ausgesandt werden, benötigt die Ablauf-Steuereinrichtung **15** Informationen über die Betriebspositionen der Bewegungsteile **4**. Sie erhält diese Informationen in Gestalt von Steuersignalen, die über eine Signalleitung **16** einem Signal-Eingangsteil E der Ablauf-Steuereinrichtung **15** eingespeist werden. Vorzugsweise genügt eine einzige Signalleitung **16** zur Einspeisung der Steuersignale, so daß auch an dem Signal-Eingangsteil E für den Betrieb der Maschine **1** nur ein einziger Eingang benötigt wird. Bei der Signalleitung **16** handelt es sich beispielsweise um ein zweiadriges Kabel.

Die für die Ablauf-Steuereinrichtung bestimmten Steuersignale werden in einer Signalverarbeitungseinrichtung **17**

generiert. Hierzu werden Meßwerte herangezogen, die eine Meßwerte-Erfassungseinrichtung **18** gemäß Pfeil **21** liefert.

Es ist vorgesehen, daß immer dann ein elektrisches Steuersignal an die Ablauf-Steuereinrichtung **15** übermittelt wird, wenn ein Bewegungsteil oder eine Mehrzahl von Bewegungsteilen eine vorbestimmte Betriebsposition einnehmen. Über die Meßwerte-Erfassungseinrichtung **18** und die Signalverarbeitungseinrichtung **17** können diese Betriebspositionen relativ einfach auf Grundlage des bei der Arbeitsbewegung der Bewegungsteile **4** auftretenden Verbrauches an über die Zufuhrleitung **7** zugeführtem fluidischem Druckmedium ermittelt werden. Bisher übliche Sensorik, die dezentral an einer jeweiligen Arbeitseinrichtung **2** benötigt wurde, macht diese Maßnahme zumindest größtenteils überflüssig.

Als Grundlage zur Ermittlung der Betriebspositionen wird bei der beispielsgemäßen Vorrichtung der Momentanverbrauch an zugeführtem Druckmedium herangezogen. Hierzu könnte über die Meßwerte-Erfassungseinrichtung **18** unmittelbar der Durchfluß durch die Zufuhrleitung **7** erfaßt werden, also die pro Zeiteinheit zuströmende Menge an Druckmedium. Geeignete Durchfluß-Meßgeräte sind als solches bekannt.

Beim Ausführungsbeispiel erfolgt allerdings keine direkte Berücksichtigung der Durchflußmenge. Vielmehr wird der Druckmediumverbrauch indirekt herangezogen, und zwar anhand einer über die Meßwerte-Erfassungseinrichtung **18** erfaßten und für den Druckmediumverbrauch charakteristischen Meßgröße. Als solche wird in der beispielsgemäßen Meßwerte-Erfassungseinrichtung **18** die Druckdifferenz Δp ermittelt, die an einer in die Zufuhrleitung **7** eingeschalteten Strömungsengstelle **22** auftritt. Die Strömungsengstelle **22** kann durch einen Engpaß in der Zufuhrleitung **7** hervorgerufen werden, der bewirkt, daß der stromauf auf der der Druckmittelquelle P zugewandten Seite vor der Strömungsengstelle **22** herrschende Druck p_1 größer ist als der nach der Strömungsengstelle herrschende Druck p_2. Gemäß der Bernoullischen Gleichung ist der entstehende Druckabfall Δp proportional dem Durchfluß, so daß er sich als leicht verarbeitbare Meßgröße empfiehlt.

Die Meßwerte-Erfassungseinrichtung **18** ist gemäß **Fig.** 1 in den Verlauf der Zufuhrleitung **7** eingeschaltet und erfaßt dort als Meßwerte den jeweils momentan herrschenden Druckabfall Δp. Diese Meßwerte werden gemäß Pfeil **21** der Singalverarbeitungseinrichtung **17** zugeleitet.

Im Betrieb der Vorrichtung werden die derart erfaßten Meßwerte in einem Arbeitsspeicher **23** als Meßwerteaufzeichnung **20** aufgezeichnet. Die Meßwerteaufzeichnung ist vorzugsweise eine Meßkurve und enthält den Verlauf der gemessenen Druckdifferenz Δp_M als Funktion der Zeit t.

Die Signalverarbeitungseinrichtung **17** verfügt des weiteren über eine Speichereinrichtung **24**, in der eine Referenzwerteaufzeichnung **25** abgespeichert ist. Bei ihr handelt es sich vorzugsweise um eine Referenzkurve. Sie enthält ebenfalls in zeitlich aufgelöster Form abgespeicherte Referenzwerte einer physikalischen Größe, die derjenigen der in der Meßwerte-Erfassungseinrichtung **18** erfaßten Meßgröße entspricht. Dementsprechend handelt es sich bei den Referenzwerten im vorliegenden Falle ebenfalls um Druckdifferenzwerte, die zur besseren Unterscheidung von den gemessenen Druckdifferenzen als Δp_R bezeichnet seien.

Die Referenzwerteaufzeichnung **25** gibt einen charakteristischen Werteverlauf vor, wie er im Normalbetrieb der Maschine **1** während eines oder mehrerer aufeinanderfolgender Arbeitszyklen in Abhängigkeit von der Betriebsdauer bzw. Zeit auftritt. Die Referenzaufzeichnung **25** wird zweckmäßigerweise vor der tatsächlichen Inbetriebnahme der Maschine **1** in einem oder mehreren Test-Betriebsabläufen durch eine Art Teach-in-Verfahren erstellt. Beim Ausführungsbeispiel geschieht dies dadurch, daß eine im Rahmen eines Test-Betriebsablaufes erstellte Meßwerteaufzeichnung **20** in die Speichereinrichtung **24** übernommen wird, was strichpunktiert durch Pfeil **26** angedeutet ist. Der Befehl zur Aufnahme einer Referenzwerteaufzeichnung **25** kommt beispielsgemäß von der Ablauf-Steuereinrichtung **15**, was strichpunktiert durch Pfeil **27** angedeutet ist.

Die Erfassung der Meßwerte wie auch die weitere Auswertung in der Signalverarbeitungseinrichtung **17** erfolgt zeitgesteuert. Hierzu gibt die Ablauf-Steuereinrichtung **15** der Signalverarbeitungseinrichtung **17** über eine interne Uhr gemäß Pfeil **29** einen Zeittakt vor.

Die Signalverarbeitungseinrichtung **17** verfügt des weiteren über eine Vergleichereinrichtung **28**, die mit dem Arbeitsspeicher **23** und der Speichereinrichtung **24** verbunden ist. In ihr werden im Normalbetrieb der Vorrichtung die während des Betriebsablaufes über die Meßwerte-Erfassungseinrichtung **18** aktuell ermittelten Meßwerte mit den in der Speichereinrichtung **24** bereitgestellten Referenzwerten verglichen. Der Vergleich erfolgt in zeitlicher Übereinstimmung, so daß gewährleistet ist, daß die Wertevergleiche zwischen den beiderseitigen Aufzeichnungen zum gleichen Zeitpunkt geschehen.

Unter Vermittlung der Vergleichereinrichtung **28** werden in Abhängigkeit von der zu vorgegebenen Zeiten vorliegenden Übereinstimmung zwischen Meßwerten und Referenzwerten Steuersignale erzeugt, die insbesondere in serieller Signalübertragung über die Signalleitung **16** dem Signal-Eingangsteil E der Ablauf-Steuereinrichtung **15** zugeführt werden. Beispielsweise unter Berücksichtigung der zeitlichen Abfolge der empfangenen Steuersignale ist die Ablauf-Steuereinrichtung in der Lage, die Steuerelemente V der Maschine **1** zuordnungsrichtig und zum richtigen Zeitpunkt nacheinander oder zu mehreren gleichzeitig anzusteuern.

Zur exakten Vorgabe des Zeitpunktes der Erzeugung der Steuersignale ist zweckmäßigerweise vorgesehen, daß bestimmte ausgewählte Referenzpunkte oder Referenzbereiche der Referenzwerteaufzeichnung **25** als Positionsmarkierungen **32** generiert bzw. markiert werden. Diese Positionsmarkierungen **32** sind beispielhaft in der in **Fig.** 2 vergrößert dargestellten Referenzwerteaufzeichnung **25** eingetragen.

Stellt die Vergleichereinrichtung **28** im Betrieb der Vorrichtung die Übereinstimmung eines zu einer bestimmten Zeit gemessenen Meßwertes mit dem auf eine Postitionsmarkierung **32** fallenden Referenzpunkt der Referenzwerteaufzeichnung fest, wird ein Steuersignal erzeugt. Hierbei können für den Vergleich durchaus gewisse Fenster bzw. Bereiche vorgegeben werden, innerhalb denen ein Meßpunkt zu liegen hat, damit ein Steuersignal erzeugt wird.

Zur besseren Erläuterung ist in **Fig.** 2 eine der eingetragenen Positionsmarkierungen **32**, **32'** näher aufgeschlüsselt. Sie markiert einen Referenzbereich **33**, der durch einen Zeitbereich t_1t_2 und einen Differenzdruckbereich Δp_2-Δp_1 definiert ist. Hier wird ein Steuersignal erzeugt, wenn zu einem zwischen den Zeiten t_1 und t_2 liegenden Zeitpunkt ein Differenzdruck gemessen wird, der zwischen den Differenzdrükken Δp_2 und Δp_1 liegt. Die Definition von Bereichen ist zweckmäßig, um geringfügigen Meßabweichungen Rechnung zu tragen. Die Betriebsgenauigkeit ist allerdings um so größer, je kleiner die Referenzbereiche gewählt werden.

Zur Verdeutlichung der Aussagefähigkeit des Durchflußverhaltens in Bezug auf die stattfindenden Bewegungsabläufe sei kurz die Referenzwerteaufzeichnung **25** gemäß **Fig.** 2 näher beleuchtet. Sie zeigt den Referenzwerteverlauf Δp über der Zeit t, wie er sich bei Betätigung einer der als Arbeitszylinder ausgebildeten Arbeitseinrichtungen **2** darstellt.

Es sei zunächst davon ausgegangen, daß das Bewegungsteil **4** der betreffenden Arbeitseinrichtung **2** sich in eingefahrener Stellung befindet. Nun wird das Steuerelement V derart angesteuert, daß es eine Zuströmung des Druckmediums in den einen Arbeitsraum **13** ermöglicht. Der Zeitpunkt t_0 gibt den Öffnungszeitpunkt des Ventils wieder, wobei der sich unmittelbar anschließende hohe Δp-Ausschlag einen zunächst hohen Durchfluß erkennen läßt (Kurvenabschnitt **34**), der damit zusammenhängt, daß der noch leere Arbeitsraum **13** und die zugehörige, zuvor entlüftete Steuerleitung **12** mit Druckmedium befüllt wird. Im anschließenden Kurvenabschnitt **35** sinkt der Durchfluß mit zunehmendem Druckaufbau in der Steuerleitung **12** und dem angeschlossenen Arbeitsraum **13**, bis an einem Tiefpunkt **36** der Losbrechdruck erreicht ist, bei dem sich das Bewegungsteil **4** in Bewegung setzt. Es schließt sich eine Beschleunigungsphase **37** an, bei der der Durchfluß und somit der Δp-Wert allmählich wieder ansteigt, bis die stationäre Hubphase **38** erreicht ist, während derer sich das Bewegungsteil **4** mit annähernd konstanter Geschwindigkeit bis zum Erreichen der Endlage fortbewegt. Das Erreichen der Endlage ist an dem Knickpunkt **42** zu erkennen, der den Übergang zwischen der stationären Hubphase **38** und einem abfallenden Kurvenabschnitt **43** markiert. Der abfallende Kurvenabschnitt **43** resultiert daraus, daß sich im Arbeitsraum **13** allmählich der gesamte anstehende Arbeitsdruck aufbaut, nachdem während der stationären Hubphase **38** ein etwas geringeres Druckniveau vorlag. In den Knickpunkt **42** wurde eine der oben erwähnten Positionsmarkierungen **32** gelegt, da sie die Beendigung der Arbeitsbewegung des Ausfahrhubes wiedergibt.

Zu einem beliebigen Zeitpunkt t_4 wird das Steuerelement V umgesteuert, um die Rückhub-Arbeitsbewegung zu erzeugen. Dies ist mit einem erneuten starken Durchflußanstieg und einem entsprechenden Anstieg der Differenzdruckwerte verbunden, was der ansteigende Kurvenabschnitt **44** vermittelt. Nun schließt sich ein dem vorausgehenden Kurvenverlauf vergleichbarer Kurvenverlauf an, wobei allerdings der Tiefpunkt **36'** bei einem niedrigeren Durchfluß angesiedelt ist, weil die Druckdifferenz infolge des höheren Gegendruckes der noch gefüllten Arbeitskammer **13** geringer ist.

Ein besonderer Vorteil der beispielsgemäßen Ausgestaltung besteht darin, daß durch die zentrale Meßwerterfassung über die Meßwerte-Erfassungseinrichtung **18** die Betriebspositionen sämtlicher Bewegungsteile aller an die Zufuhrleitung **7** angeschlossenen Arbeitseinrichtungen **2** bestimmbar sind. Sind beispielsweise mehrere Arbeitseinrichtungen **2** gleichzeitig in Betrieb, so hat dies ebenfalls einen charakteristischen Werteverlauf zur Folge, so daß bei einer durch die Vergleichereinrichtung **28** festgestellten Werteübereinstimmung das dann erzeugte Steuersignal über die Ablauf-Steuereinrichtung **15** auch die Betätigung mehrerer Steuerelemente V hervorrufen kann.

Sollte sich die Notwendigkeit zu einer Veränderung des Betriebsablaufes der Arbeitseinrichtungen **2** ergeben, kann dem sehr einfach durch Neuaufnahme einer aktualisierten Referenzwerteaufzeichnung Rechnung getragen werden. Es kann sich während des Betriebes der Maschine beispielsweise herausstellen, daß ein Bewegungsteil **4** hinsichtlich des Aufpralls bei Erreichen der Hubendlage fluidisch stärker gedämpft werden muß. Dem kann Rechnung getragen werden, indem man das abströmseitig ausströmende Druckmedium stärker drosselt. Die anschließend erfaßte Referenzwerteaufzeichnung reagiert auf eine derart geänderte Einstellung mit dem in **Fig. 2** strichpunktiert eingetragenen Kurvenverlauf **45**, wobei sich der Differenzdruck bei Annäherung an die Endlage weniger schnell abbaut. Nimmt man nach Vornahme der Einstellungen eine neuerliche Aufnahme der Referenzwerteaufzeichnung vor, ergibt sich eine Kurve, die den vorgenannten, weniger steil abfallenden Abschnitt **45** aufweist und bei den nachfolgenden Meßwertvergleichen wird dieser Ist-Zustand herangezogen.

Durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung ist auch an solchen Arbeitseinrichtungen **2** eine einfache Positionsbestimmung möglich, die aufgrund geringer Baugröße bisher das Anbringen konventioneller Sensorik nicht ermöglichten.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung von Betriebspositionen des durch Zufuhr eines fluidischen Druckmediums zu einer Arbeitsbewegung antreibbaren Bewegungsteils (**4**) wenigstens einer fluidbetätigten Arbeitseinrichtung (**2**), **dadurch gekennzeichnet**, daß man die Betriebspositionen auf Grundlage des bei der Arbeitsbewegung auftretenden Verbrauches an zugeführtem fluidischem Druckmedium ermittelt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß man als Grundlage zur Ermittlung der Betriebspositionen den Momentanverbrauch an zugeführtem Druckmedium heranzieht.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß man den Druckmediumverbrauch anhand wenigstens einer für den Druckmediumverbrauch charakteristischen Meßgröße berücksichtigt.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß man als Meßgröße den Durchfluß, d. h. die pro Zeiteinheit zuströmende Menge an Druckmedium, heranzieht.
5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß man als für den Druckmediumverbrauch charakteristische Meßgröße den an einer mit einem Strömungsengpaß (**22**) versehenen Meßstelle einer vom zugeführten Druckmedium durchströmten Zufuhrleitung (**7**) gemessenen Differenzdruck Δp heranzieht.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß man eine Referenzwerteaufzeichnung (**25**) insbesondere in Gestalt einer Referenzkurve vorgibt, die im zeitlichen Verlauf der Arbeitsbewegung des Bewegungsteils (**4**) mindestens einer Arbeitseinrichtung (**2**) auftretende und für den Verbrauch an Druckmedium charakteristische Werte als in Abhängigkeit vom zeitlichen Verlauf aufgezeichnete Referenzwerte enthält, mit denen während des Betriebes der wenigstens einen Arbeitseinrichtung (**2**) aktuell zeitabhängig ermittelte Meßwerte verglichen werden, um in Abhängigkeit von der zu vorgegebenen Zeiten vorliegenden Übereinstimmung zwischen Meßwerten und Referenzwerten Steuersignale zu erzeugen.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß man als Referenzwerteaufzeichnung (**25**) die bei einem oder mehreren Test-Betriebsabläufen erfaßte Meßwerteaufzeichnung (**20**) heranzieht.
8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß man die Meßwerte in Gestalt einer als Funktion des zeitlichen Verlaufes aufgezeichneten Meßkurve erfaßt.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß bestimmte ausgewählte Referenzpunkte oder Referenzbereiche (**33**) der Referenzwerteaufzeichnung (**25**) als Positionsmarkierungen (**32**) markiert werden, derart, daß beim Auftreten zeitabhängig übereinstimmender Meßwerte ein Steuersignal hervorgerufen wird.

10. Verfahren nach einem Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß man die Steuersignale in serieller Signalübertragung dem Signal-Eingangsteil (E) einer Ablauf-Steuereinrichtung (**15**) zuführt, in der als Betätigungssignale dienende Ausgangssignale generiert werden, die zu einzelnen Schaltelementen (V) geführt werden, die in Abhängigkeit von den Betätigungssignalen die Druckmedium-Zufuhr zu den vorhandenen Arbeitseinrichtungen (**2**) steuern.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Betriebspositionen der Bewegungsteile (**4**) mehrerer Arbeitseinrichtungen (**2**) auf Grundlage des zentral erfaßten Gesamtverbrauches an Druckmedium dieser Arbeitseinrichtungen (**2**) ermittelt werden.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11 zur Verwendung bei der Steuerung des Betriebsablaufes von Maschinen oder Anlagen (**1**), die mehreren- fluidbetätigte Antriebseinrichtungen (**2**) enthalten.

13. Vorrichtung zur Bestimmung von Betriebspositionen des durch Zufuhr eines fluidischen Druckmediums zu einer Arbeitsbewegung antreibbaren Bewegungsteils (**4**) wenigstens einer fluidbetätigten Arbeitseinrichtung (**2**), dadurch gekennzeichnet, daß eine Meßwerte-Erfassungseinrichtung (**18**) vorhanden ist, die den bei der Arbeitsbewegung auftretenden Verbrauch an zugeführtem fluidischem Druckmedium oder wenigstens eine für diesen Verbrauch charakteristische Meßgröße in Gestalt von Meßwerten zeitabhängig erfaßt, daß eine Speichereinrichtung (**24**) vorhanden ist, in der eine Referenzwerteaufzeichnung (**25**) abgespeichert ist, die im zeitlichen Verlauf der Arbeitsbewegung auftretende Verbrauchswerte oder Werte einer für den Verbrauch charakteristischen Meßgröße in Gestalt von Referenzwerten enthält, und daß eine Vergleichereinrichtung (**28**) vorhanden ist, die während des Betriebsablaufes die über die Meßwerte-Erfassungseinrichtung (**18**) aktuell ermittelten Meßwerte mit den von der Speichereinrichtung (**24**) bereitgestellten Referenzwerten vergleicht und bei zu vorgegebenen Zeiten vorhandener Werteübereinstimmung Steuersignale hervorruft.

14. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß eine Ablauf-Steuereinrichtung (**15**) vorhanden ist, deren Signal-Ausgangsteil (A) mit Steuerelementen (V) verbunden ist, die zur Steuerung der Druckmedium-Zufuhr bezüglich mehrerer Arbeitseinrichtungen (**2**) dienen und deren Signal-Eingangsteil (E) die unter Vermittlung der Vergleichereinrichtung (**28**) hervorgerufenen Steuersignale zugeführt werden.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

BEST AVAILABLE COPY

Nummer: DE 196 28 221 A1
Int. Cl.[6]: F 15 B 21/00
Offenlegungstag: 23. April 1998

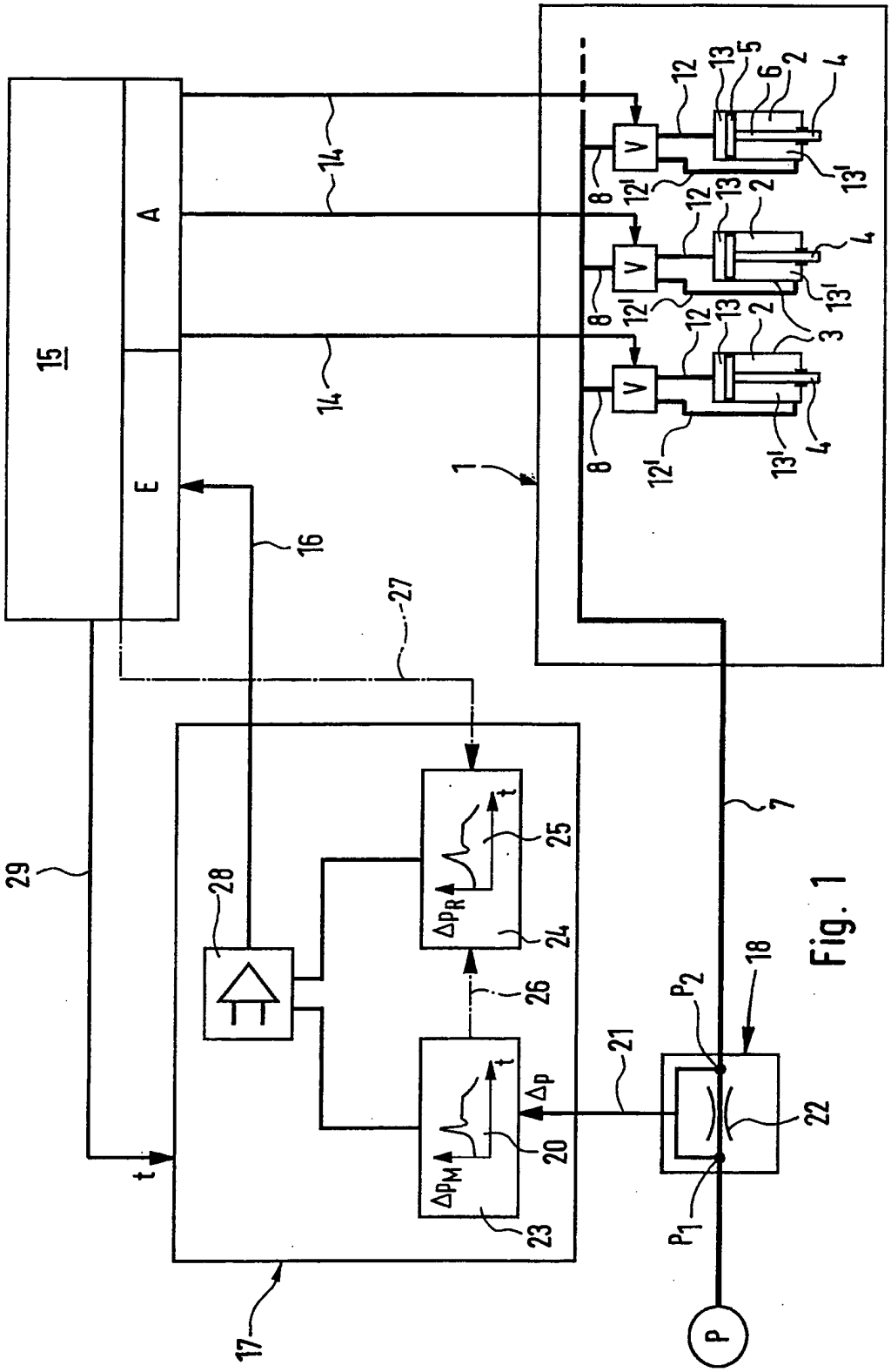


Fig. 1

BEST AVAILABLE COPY

Nummer: DE 196 28 221 A1
Int. Cl.[6]: F 15 B 21/00
Offenlegungstag: 23. April 1998

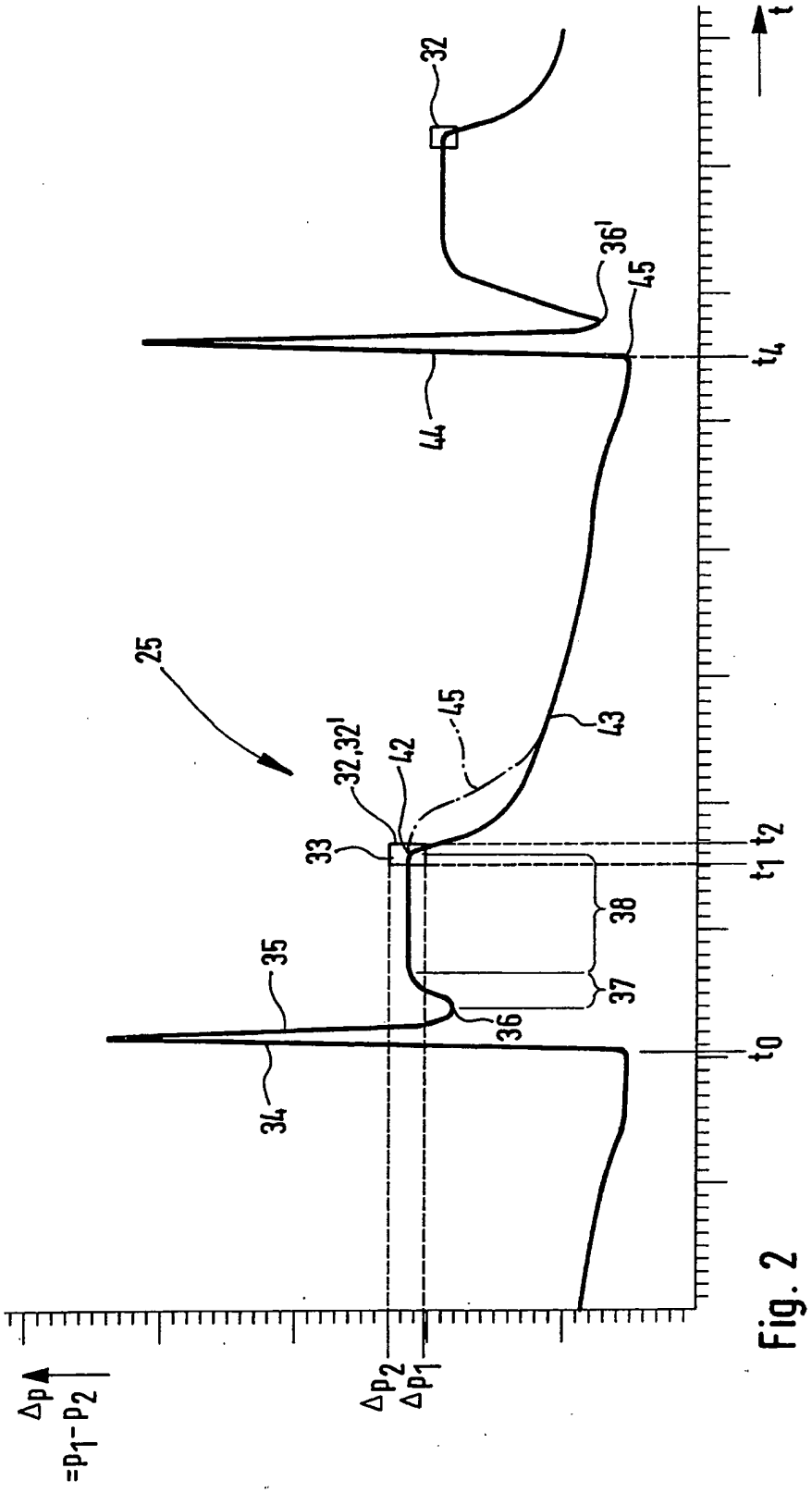


Fig. 2